

Helena Dudycz
Jerzy Korczak
Mirosław Dyczkowski

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

ONTOLOGICZNA REPREZENTACJA WIEDZY FINANSOWEJ W SYSTEMIE WSPOMAGANIA DECYZJI

Wprowadzenie

Kadra kierownicza przedsiębiorstw i instytucji gospodarczych, szczególnie w przypadku działania na rynkach konkurencyjnych oraz w sytuacjach kryzysowych, aby podejmować racjonalne decyzje, musi posiadać aktualną i adekwatną wiedzę na temat sytuacji gospodarczej zarządzanego obiektu i jego otoczenia. Skuteczność i efektywność działań menedżerskich współzależy od możliwości identyfikacji oraz analizy istotnych parametrów wpływających na funkcjonowanie przedsiębiorstwa. W tym zakresie istotne trudności występują zwłaszcza w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw (MSP). Menedżerowie tych przedsiębiorstw nie mają dostępu do tak szerokiego spektrum informacji zarządczych ani nie dysponują zespołami analityków w celu zbierania danych i ich interpretowania. Większości firm z sektora MSP nie stać – ze względów finansowych oraz kadrowych – na zewnętrzny konsulting strategiczny. Ponadto funkcjonują one w zdecydowanie bardziej niepewnym i ryzykownym otoczeniu biznesowym, a marginesy błędów decyzyjnych są znacznie węższe. Do tego dochodzi często aspekt braku eksperckiej wiedzy dziedzinowej z obszaru finansów przez menedżerów i właścicieli MSP.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie podejścia do budowania ontologii wiedzy ekonomicznej i finansowej dla menedżerów MSP, przyjętego w projekcie „Inteligentny kokpit menedżerski” (InKoM)¹. Jest on realizowany od

¹ Założenia i istotę działania kokpitu szerzej opisano w: J. Korczak, H. Dudycz, M. Dyczkowski, *Intelligent Dashboard for SME Managers. Architecture and Functions* [w:] *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems FedCSIS 2012*, red. M. Ganzha, L. Maciaszek, M. Paprzycki, Polskie Towarzystwo Informatyczne, IEEE Computer Society Press, Warsaw, Los Alamitos, CA 2012, s. 1003-1007; J. Korczak, H. Dudycz, M. Dyczkow-

2012 r. przez konsorcjum, którego liderem jest Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, a współwykonawcami spółka informatyczna UNIT4 TETA BI Center oraz bank Credit Agricole Polska. Przedsięwzięcie jest współfinansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu INNOTECH².

W artykule na początku krótko omówiono ontologie ekonomiczno-finansowe budowane w projekcie InKoM. Następnie przedstawiono zastosowaną procedurę tworzenia ontologii, którą – w kolejnym punkcie – zilustrowano przykładem. Całość kończy krótkie podsumowanie oraz wskazanie dalszych badań.

1. Charakterystyka ontologii ekonomicznych i finansowych w projekcie InKoM

W projekcie InKoM arbitralnie podzielono wiedzę ekonomiczno-finansową na sześć obszarów, dla których następnie utworzono następujące ontologie: szacowania *Cash Flow at Risk*, kompleksowego pomiaru ryzyka, metod wczesnego ostrzegania, oceny zdolności kredytowej, rynku finansowego oraz ogólnej wiedzy ekonomiczno-finansowej. O takim podziale zdecydowano na podstawie prac teoretycznych zespołu i doświadczenia ekspertów wdrażających systemy typu Business Intelligence w przedsiębiorstwach.

Ontologia szacowania *Cash Flow at Risk* (CFaR) obejmuje opis syntetycznego miernika służącego do zarządzania ryzykiem. Opierając się na najnowszych trendach stosowanych w zarządzaniu przedsiębiorstwem oraz na praktyce gospodarczej określono, iż adekwatnym miernikiem do kompleksowego zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach będzie CFaR szacowany zgodnie z zasadami *RiskMetrics Group*. Wybór *Cash Flow at Risk* stanowi wyjście naprzeciw potrzebom menedżerów w zakresie stworzenia pojedynczej miary obrazującej poziom ryzyka związanego z działalnością operacyjną przedsiębiorstwa. Najczęściej miary ryzyka są dopasowane do konkretnych obszarów, które mają mierzyć. CFaR stanowi miernik potrzeb przedsiębiorstwa, przez co ma znacznie większą wartość informacyjną dla menedżera. Warunkiem koniecznym, aby mógł on wykorzystać tę informację jest odpowiedni poziom wiedzy na temat CFaR.

ski, *Intelligent decision support for SME managers – project InKoM*, „Business Informatics. Wrocław University of Economics Research Papers” 2012, No. 3 (25), s. 84-96; J. Korczak, H. Dudycz, M. Dyczkowski, *Inteligentny kokpit dla menedżerów – koncepcja systemu* [w:] *Systemy inteligencji biznesowej jako przedmiot badań ekonomicznych*, red. C.M. Olszak, E. Ziemia, „Studia Ekonomiczne” 2012, nr 113, Katowice, s. 27-37.

² Niniejszy artykuł został opracowany w ramach prac prowadzonych przez zespół realizujący projekt „Inteligentny kokpit menedżerski” (InKoM), który jest współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w programie INNOTECH, ścieżka In-Tech, nr umowy INNOTECH-K1/IN1/34/153437/NCBR/12.

Ontologia kompleksowego pomiaru ryzyka obejmuje różne warianty modelu używanego do szacowania miary *Cash Flow at Risk*. Opracowana ontologia dotyczy sposobu rozumienia i definiowania m.in. ryzyka, procesu zarządzania nim, zmiennych ryzyka, jego miar oraz modeli.

Ontologia metod wczesnego ostrzegania obejmuje opracowaną przez ekspertów koncepcję wykorzystania metod wczesnego ostrzegania i modeli prognozowania ostrzegawczego we wspomaganiu podejmowania decyzji przez menedżera. Zastosowano w niej grupę narzędzi finansowych tworzących modele prognozowania ostrzegawczego, w których wykorzystuje się głównie dane ze sprawozdań finansowych. Za pomocą tych danych można w sposób łatwy i szybki uzyskać obiektywny obraz aktualnej sytuacji firmy, co dla menedżera jest niezbędne przy podejmowaniu decyzji.

Ontologia oceny zdolności kredytowej opisuje model procedury kredytowej przeprowadzanej przez bank. Stanowi on integralną część procedur bankowych i jest istotnym etapem udzielania kredytu. Przedsiębiorstwo, które stara się uzyskać kredyt jest poddawane różnym analizom w celu obiektywnej oceny (ilościowej i jakościowej) jego działalności.

Ontologia rynku finansowego obejmuje podstawowe informacje dotyczące tego rynku oraz jego instrumentów. Wiedza ta jest ważnym elementem mogącym pomóc menedżerom w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych oraz zabezpieczenia się przed ryzykiem rynkowym. Rynek finansowy może służyć menedżerom do regulowania płynności za pomocą instrumentów rynku pieniężnego.

Ontologia wiedzy ekonomiczno-finansowej dotyczy podstawowej, a zarazem niezbędnej wiedzy ekonomiczno-finansowej, która jest potrzebna, aby analizować zagadnienia z wymienionych wcześniej pięciu ontologii. Zawiera zestaw pojęć uzupełniających pozostałe ontologie oraz istotne przy obliczaniu wartości *Cash Flow at Risk*, podstawowych wskaźników ekonomicznych (ontologia systemu wczesnego ostrzegania) oraz wskaźników używanych przez banki w ocenie zdolności kredytowej firmy.

Po zdefiniowaniu ontologii ekonomiczno-finansowej należało zapewnić jej integrację z systemem TETA BI w celu:

- wsparcia w określeniu reguł biznesowych niezbędnych do uzyskania informacji i porad w procesie podejmowania decyzji;
- zdefiniowania warstwy semantycznej opisującej relacje między pojęciami ekonomicznymi i wskaźnikami;
- efektywnego wykorzystania istniejących w przedsiębiorstwie różnorodnych źródeł danych.

Dla małych i średnich przedsiębiorstw, które nie zatrudniają ekspertów od analizy ekonomiczno-finansowej oraz dla których zatrudnienie zewnętrznych

ekspertów jest zbyt kosztowne, korzystanie z takiego systemu może przynieść wymierne korzyści. Reprezentowanie wiedzy w systemie informatycznym w postaci ontologii, które następnie są wizualizowane za pomocą standardu mapy pojęć przyczyni się m.in. do lepszego zrozumienia pojęć ekonomicznych i interpretacji konkretnych wskaźników ekonomicznych i finansowych.

2. Procedura tworzenia ontologii w projekcie InKoM

Problem opracowania jednego standardu projektowania mimo wielu podejść do budowy ontologii jest wciąż otwarty³. Wśród opisanych w literaturze na uwagę zasługują następujące: METHONTOLOGIA (opiera się na standardzie IEEE 1074-1995), metoda Noya i McGuinnessa, On-To-Knowledge, SENSUS, TOVE (projekt: Toronto Virtual Enterprise), UPON (Unified Process for ONtology building) oraz metoda Usholda i Kinga⁴.

Na podstawie analizy wymienionych metod określono 5 podstawowych etapów procedury tworzenia ontologii w projekcie InKoM. Są to:

1. Określenie celu, zakresu i ograniczeń tworzonej ontologii. Wynikiem tego etapu jest określenie obszaru opracowywanej ontologii oraz jej wymagana szczegółowość. Potrzebna do tego jest odpowiedź na pytanie: *do czego będzie wykorzystywana utworzona ontologia?*
2. Konceptualizacja ontologii. Jest to najważniejszy etap w procedurze budowania ontologii. Obejmuje on identyfikację wszystkich pojęć, definiowanie klas i ich struktury hierarchicznej (*Superclass – Subclass*), modelowanie relacji, identyfikację i utworzenie instancji (wystąpień), zdefiniowanie formalnych aksjomatów oraz reguł wnioskowania.
3. Weryfikacja ontologii przez ekspertów. Zbudowana ontologia jest weryfikowana przez ekspertów, którzy nie uczestniczą w procesie jej tworzenia.
4. Kodowanie ontologii w formacie zgodnym ze standardem mapy pojęć. W trakcie tego etapu następuje zapisanie opracowanego modelu ontologii w języku for-

³ Zob. F.N. Noy, D.L. McGuinness, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, 2005, <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html> [18.03.2013].

⁴ Szerzej opisanych m.in. w: H. Dudycz, *Mapa pojęć jako wizualna reprezentacja wiedzy ekonomicznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2013; W. Gliński, *Ontologie jako systemy reprezentacji wiedzy*, Stowarzyszenie Bibliotekarzy Polskich, Warszawa 2011; A. Gomez-Perez, O. Corcho, M. Fernandez-Lopez, *Ontological Engineering: with Examples from the Areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer-Verlag, London 2004; *Inżynieria wiedzy 2. Podręcznik dla studentów II stopnia*, red. J. Gołuchowski, Difin, Warszawa 2012; F.N. Noy, D.L. McGuinness, op. cit.; A. Sobczak, *Analiza wybranych metod budowy ontologii* [w:] *Systemy Wspomagania Organizacji SWO'2006*, red. T. Porębska-Miąc, H. Sroka, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2006, s. 183-191.

malnym lub wybranym oprogramowaniu do zapisu ontologii. Wybór postaci formalnej powinien uwzględniać jej dalsze użycie.

5. Walidacja i ocena zbudowanej ontologii. Jest to etap, w którym następuje ocena utworzonej ontologii ze względu na potrzeby menedżerów.

Szczególnie istotnym etapem jest konceptualizacja ontologii. Poprawność merytoryczna opracowanego modelu ma wpływ na praktyczną użyteczność zbudowanej mapy pojęć. Na podstawie studiów literaturowych⁵, jak i przeprowadzonych badań⁶ zastosowano następującą procedurę postępowania przy konceptualizacji ontologii wiedzy finansowej:

1. Identyfikacja i określenie wszystkich pojęć. Zestawienie to zawiera, oprócz ich nazw, również synonimy oraz ich opis (tab. 1⁷).

Tabela 1

Przykład opisu pojęć

Nazwa	Synonim	Opis
Wskaźnik rentowności kapitału własnego	ROE	Wskaźnik ROE informuje o korzyściach z zaangażowanego kapitału własnego. Mówi o tym jaki procent zysku netto przynosi jedna złotówka kapitału własnego

2. Zbudowanie taksonomii pojęć. Specyfikacja wszystkich wystąpień relacji taksonomicznych typu *Superclass* – *Subclass* między pojęciami (tab. 2).

Tabela 2

Przykład opisu taksonomii pojęć

<i>Superclass</i>	<i>Subclass</i>
Wskaźniki rentowności	– wskaźnik rentowności sprzedaży netto – wskaźnik rentowności obrotu brutto – wskaźnik rentowności obrotu netto – wskaźnik rentowności aktywów

3. Określenie wszystkich innych typów relacji między pojęciami. W projekcie InKoM ustalono podstawową relację *aggregate of (Aggregate – Member)*, jako występującą w każdej z sześciu budowanych ontologii, oraz zdefiniowano relacje istotne dla danego obszaru analizy ekonomicznej i finansowej.
4. Wykaz wszystkich wystąpień relacji istniejących w tworzonej ontologii. Ich opis zawiera: nazwę relacji, pojęcie źródłowe oraz pojęcie docelowe (tab. 3).

⁵ Szerzej opisanych m.in. w: W. Gliński, op. cit; F.N. Noy, D.L. McGuinness, op. cit.

⁶ Zob. H. Dudycz, op. cit.

⁷ Przykład przedstawiony w tym punkcie ilustruje opis zagadnień związanych z oceną ryzyka kredytowego, który szerzej omówiono w punkcie 3 niniejszego artykułu.

Tabela 3

Przykład opisu wystąpienia relacji

Nazwa relacji	Pojęcie źródłowe	Pojęcie docelowe
Zaangażowanie	Ocena rentowności	Wskaźnik rentowności aktywów
Zaangażowanie	Ocena rentowności	Wskaźnik rentowności kapitału własnego
Zaangażowanie	Ocena rentowności	Wskaźnik rentowności obrotu brutto
Zaangażowanie	Ocena rentowności	Wskaźnik rentowności obrotu netto
Zaangażowanie	Ocena rentowności	Wskaźnik rentowności sprzedaży netto

5. Opis funkcji oraz reguł. Przyjęto następujący schemat opisu funkcji w projekcie InKoM, ilustrowany na przykładzie liczenia wskaźnika ROE:

Nazwa funkcji: *Wskaźnik rentowności kapitału własnego (Return on Equity – ROE)*

Wejście:

- *wynik finansowy netto (WFN)*
typ: liczba, wartość z bilansu
- *kapitał własny (KW)*
typ: liczba, wartość z bilansu

Wyjście:

- *wskaźnik rentowności kapitału własnego*
typ: liczba, wartość w procentach

Warunki wstępne:

- *dostępne dane bilansowe*

Warunki końcowe:

- *Komunikat 1: “Wartość wskaźnika ROE”*
- *Jeśli ROE < 4,3%, to Komunikat 2: “Zła sytuacja firmy”;*
- *Jeśli 4,3% < ROE < 20%, to Komunikat 3: “Średnia sytuacja firmy”;*
- *Jeśli ROE > 20%, to Komunikat 4: “Dobra sytuacja firmy”;*

Opis/wzór:

$$ROE = WFN / KW$$

6. Opis kilku scenariuszy użycia⁸ ilustrujących przykładowe analizy pojęć występujących w budowanej ontologii, np. menedżera interesuje możliwość starania się o kredyt bankowy:

- a. Menedżer analizuje sieć semantyczną, z której wynika, że na ocenę scoringową zdolności kredytowej składa się analiza wskaźników należących

⁸ W literaturze określane również mianem perspektywy przypadków użycia (*use case view*), która definiuje zakres i funkcjonalność systemu widzianej z perspektywy jego przyszłych użytkowników. Zob. m.in. E. Ziemia, *Projektowanie portali korporacyjnych dla organizacji opartych na wiedzy*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2009, s. 163.

do czterech grup: ocena zadłużenia, ocena płynności, ocena rentowności oraz ocena sprawności działania.

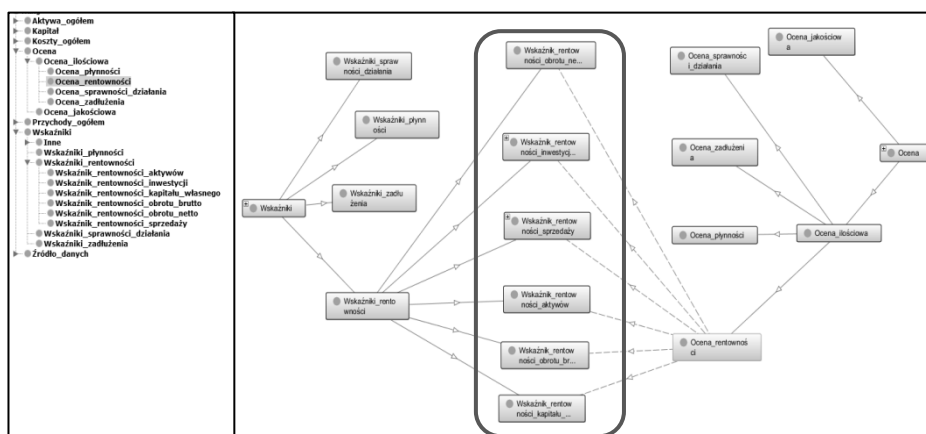
- b. Z systemu TETA BI menedżer otrzymuje wartości wskaźników, które składają się na ocenę scoringową zdolności kredytowej. Wynika z nich, że przedsiębiorstwo ma złe parametry oceny rentowności, zwłaszcza wartość wskaźnika rentowności kapitału własnego (ROE).
- c. Menedżer analizuje sieć semantyczną w połączeniu z danymi z systemu TETA BI ze względu na powiązania semantyczne wskaźnika ROE z innymi pojęciami (wskaźnikami). Celem podjętych działań przez menedżera jest identyfikacja przyczyn wystąpienia niekorzystnych dla firmy wartości wskaźnika ROE.
- d. Menedżer na podstawie uzyskanych wniosków z przeprowadzonej analizy wskaźników ekonomicznych może podjąć działania korygujące, które potencjalnie mogą skutkować polepszeniem stanu firmy. Poprawa parametrów firmy istotnych w ocenie scoringowej może pozwolić na podjęcie działań związanych z uzyskaniem kredytu bankowego.

Przedstawiona procedura tworzenia ontologii charakteryzuje się iteracyjnością.

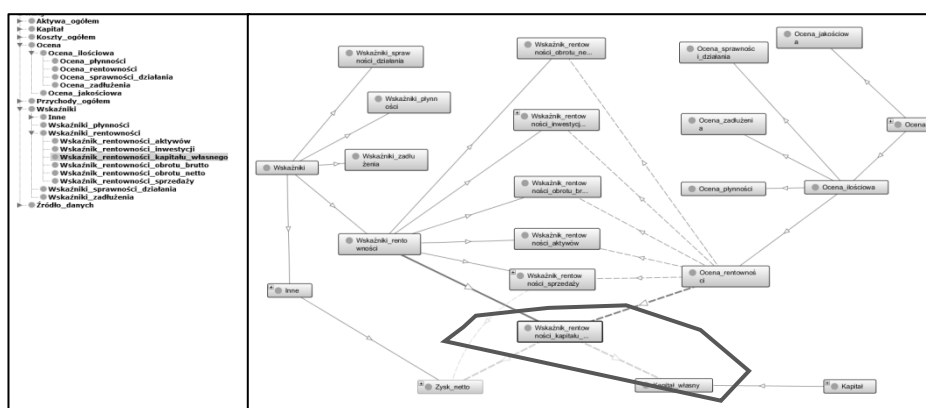
3. Reprezentacja wiedzy do analizy zdolności kredytowej – wybrane elementy studium przypadku

W niniejszym punkcie zostanie przedstawiony przykład ilustrujący jedynie fragment analizy sytuacji finansowej spółki z wykorzystaniem ontologii dotyczącej oceny zdolności kredytowej przedsiębiorstwa. Założono, że menedżer analizując sieć semantyczną koncentruje się na wskaźnikach mających wpływ na ocenę ilościową zdolności kredytowej, tj. na wskaźnikach: zadłużenia, płynności, rentowności i sprawności działania. Rozwijając pojęcie ocena rentowności uzyskuje odpowiedź, jakie wskaźniki mają wpływ na tę wartość (rys. 1)⁹. Jednym z nich jest wskaźnik rentowności kapitału własnego (ROE). Wiadomo, że im bardziej efektywnie firma zarządza swoimi aktywami, tym wyższa będzie wartość tego wskaźnika. Rozwijając sieć semantyczną ze względu na wskaźnik ROE, menedżer uzyskuje informację, że na jego wartość ma wpływ zysk netto oraz kapitał własny (rys. 2).

⁹ Na rysunku linie ciągłe oznaczają relację taksonomiczną typu *Superclass* – *Subclass*, natomiast linie przerywane – wszystkie inne typy relacji występujących między pojęciami.



Rys. 1. Przykładowa mapa pojęć ilustrująca fragment



Rys. 2. Przykładowa mapa pojęć zawierająca wskaźnik ROE

W systemie InKoM menedżer może dalej rozwijać sieć semantyczną ze względu na prowadzoną analizę wskaźników. Wizualizacja relacji istniejących pomiędzy różnymi pojęciami finansowymi sprawia, że interpretacja wskaźników jest łatwiejsza oraz może przyczynić się do znalezienia wyjaśnienia wystąpienia ich aktualnych wartości. Ponadto zastosowano tutaj przyjazny dla użytkownika interfejs, w którym wykorzystano rozwiązania ułatwiające analizowanie relacji, np. kolor linii oznacza ten sam typ zależności. Istotne jest również to, iż cały proces wizualizacji sieci semantycznej jest interaktywny, tzn. można dowolnie przemieszczać elementy na ekranie, jak i przeprowadzać wszelkie zmiany jej widoku (np. rozwinięcie lub zwinięcie pojęć).

Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono podejście metodyczne do tworzenia ontologii dla wiedzy finansowej, jakie zastosowano w projekcie InKoM. Opracowane konceptualnie ontologie zostały zapisywane w standardzie mapy pojęć. Pozwoliło to na przypisanie do pojęć określonych struktur baz danych i raportów generowanych przez system Business Intelligence. Takie podejście ma walor praktyczny przy analizie wskaźników przez menedżera, dla którego często jest dużą trudnością określenie a priori przyczyn wystąpienia niekorzystnej sytuacji tylko na podstawie danych bilansowych bądź innych sprawozdań finansowych. Z reguły, aby poprawnie zanalizować te informacje i zidentyfikować przyczyny mające wpływ na ostateczny wynik oceniający przedsiębiorstwo, należy obliczyć wiele wskaźników, które bezpośrednio lub pośrednio wpływają na ten rezultat i je poprawnie zinterpretować.

W kolejnym etapie projektu zostanie przeprowadzone badanie oceny efektywności ekonomicznej proponowanego rozwiązania, jak i jego ewaluacja przez menedżerów MSP.

Literatura

- Dudycz H., *Mapa pojęć jako wizualna reprezentacja wiedzy ekonomicznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2013.
- Gliński W., *Ontologie jako systemy reprezentacji wiedzy*, Stowarzyszenie Bibliotekarzy Polskich, Warszawa 2011.
- Gomez-Perez A., Corcho O., Fernandez-Lopez M., *Ontological Engineering: with examples from the Areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer-Verlag, London 2004.
- Inżynieria wiedzy 2. Podręcznik dla studentów II stopnia*, red. J. Gołuchowski, Difin, Warszawa 2012.
- Korczak J., Dudycz H., Dyczkowski M., *Intelligent Dashboard for SME Managers. Architecture and Functions* [w:] *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems FedCSIS 2012*, red. M. Ganzha, L. Maciaszek, M. Paprzycki, Polskie Towarzystwo Informatyczne, IEEE Computer Society Press, Warsaw, Los Alamitos, CA 2012.
- Korczak J., Dudycz H., Dyczkowski M., *Intelligent Decision Support for SME Managers – Project InKoM*, „Business Informatics. Wrocław University of Economics Research Papers” 2012, No. 3 (25).
- Korczak J., Dudycz H., Dyczkowski M., *Inteligentny kokpit dla menedżerów – koncepcja systemu* [w:] *Systemy inteligencji biznesowej jako przedmiot badań ekonomicznych*, red. C.M. Olszak, E. Ziemia, „Studia Ekonomiczne” 2012, nr 113, Katowice.

- Noy F.N., McGuinness D.L., *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, 2005, <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html> [18.03.2013].
- Sobczak A., *Analiza wybranych metod budowy ontologii [w:] Systemy Wspomagania Organizacji SWO'2006*, red. T. Porębska-Miąc, H. Sroka, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2006.
- Ziemia E., *Projektowanie portali korporacyjnych dla organizacji opartych na wiedzy*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2009.

ONTOLOGICAL REPRESENTATION OF FINANCIAL KNOWLEDGE IN DECISION SUPPORT SYSTEM

Summary

The article presents the approach to develop the financial knowledge used for the Decision Support System. The content of the knowledge is focused on essential concepts related to the management of micro, small and medium enterprises. Knowledge-based functions, not previously available in commercial systems, increase the quality, effectiveness, and efficiency of the decision making process. The Decision Support System for SME Managers contains six ontologies describing areas of Cash Flow at Risk, Comprehensive Risk Measurement, Early Warning Models, Credit Scoring, Financial Market, and General Financial Knowledge. The ontology design process and examples of topic maps and usage in financial data analysis are presented here.